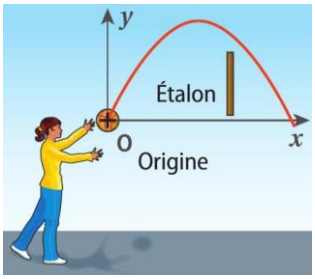
<u>Activité expérimentale</u> : *Etude dynamique et énergétique d'un mouvement plan*



L'utilisation d'un enregistrement vidéo permet de déterminer les équations horaires d'un mouvement et de les confronter à une étude théorique. Il permet également l'étude énergétique du mouvement et notamment de la conservation ou non de l'énergie mécanique.

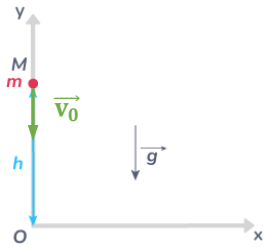
Comment établir les caractéristiques du mouvement du centre d'inertie d'un projectile au moyen d'un logiciel de pointage ?

Objectifs :

- Utiliser une vidéo pour déterminer les équations horaires du mouvement du centre de masse d'un système dans un champ uniforme
- Étudier l'évolution des énergies cinétique, potentielle et mécanique

<u>Cas n°1 : Chute verticale d'une balle</u>

> <u>Position du problème et étude théorique</u>



On lâche depuis une hauteur h une balle de masse m = 100 g avec une vitesse initiale verticale $\overrightarrow{v_0}$. On considère que la balle n'est soumise qu'à son poids et qu'elle se trouve dans un champ de pesanteur $\vec{g}$ uniforme.

1. Etablir les équations horaires de la vitesse et de la position de la balle dans le repère associé au référentiel d'étude. (REA)

> <u>Réalisation de la chronophotographie d'une balle en chute libre</u>

Dans un premier temps, nous allons enregistrer les coordonnées de la position de la balle à des instants successifs lors de sa chute.

A l'aide du logiciel *LatisPro* et de la fiche méthode associée, mettre en œuvre le **pointage** permettant de suivre l'évolution de la balle. (REA)

- La vidéo à exploiter, intitulée *Chute_Balle*, est disponible sur le réseau commun.
- L'origine du repère et les axes seront positionnés comme sur le schéma de l'étude théorique.
- La distance entre les deux extrémités de la règle jaune visible sur la vidéo est de 0,90 m.

> Exploitation de la chronophotographie

→ Position de la balle

1. Après avoir renommé, « Mouvement X » et « Mouvement Y » en « x » et « y », visualiser la représentation de la coordonnée y de la balle en fonction du temps et la représentation de la coordonnée x de la balle en fonction du temps dans deux fenêtres différentes (Fenêtres/Nouvelle fenêtre puis Fenêtres/Mosaïque Auto). (REA)

Appeler le professeur.

2. Afin d'obtenir des courbes « lissées » à partir des points acquis sur la vidéo, procéder à une modélisation des courbes précédentes. Après avoir renommé, « Modèle de x » et « Modèle de y » en « xmod » et « ymod », noter les équations des courbes modèles obtenues. (REA)

   xmod(t) = _____ ymod(t) = _____

3. A l'aide des résultats de la modélisation et des équations horaires établies dans l'étude théorique, déterminer :
   - la hauteur initiale h de la balle
   - la valeur v_0 de la vitesse initiale de la balle
   - la valeur du champ de pesanteur g (ANA)

→ Vitesse de la balle

4. Rappeler comment calculer v_x et v_y à partir des données de xmod et ymod. Les calculer à l'aide de l'outil de « Calculs spécifiques » disponible sur le logiciel. (REA)

5. Après avoir renommé, « Dérivée de xmod » et « Dérivée de ymod » en « vx » et « vy », afficher les courbes vx = f(Temps) et vy = f(Temps) dans deux fenêtres différentes. Commenter l'allure des courbes obtenues. Sont-elles en accord avec l'étude théorique réalisée ? (VAL)

→ Etude énergétique

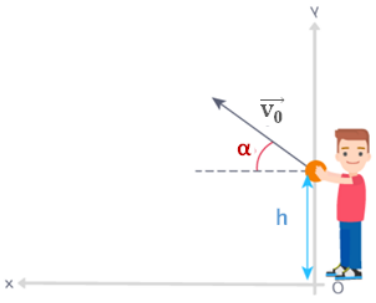
6. Donner l'expression de la vitesse v en fonction de vy. _____

7. Rappeler les expressions de l'énergie cinétique E_C, de l'énergie potentielle de pesanteur E_{PP} et de l'énergie mécanique E_M de la balle en fonction de m, g, ymod et v. Rappeler les unités des grandeurs mises en jeu.

8. A l'aide de la feuille de calcul, calculer les valeurs des différentes énergies de la balle à tout instant. Représenter ces trois énergies en fonction du temps sur un même graphe. Commenter l'allure de ces trois courbes. (VAL)

Cas n°2 : Chute parabolique d'une balle

> Position du problème et étude théorique



On lance depuis une hauteur h un ballon de masse m = 650 g une vitesse initiale $\overrightarrow{v_0}$ faisant un angle α avec la direction horizontale. On considère que le ballon n'est soumis qu'à son poids et qu'il se trouve dans un champ de pesanteur $\vec{g}$ uniforme.

1. Etablir les équations horaires de la vitesse et de la position du ballon dans le repère associé au référentiel d'étude. En déduire l'équation de la trajectoire. (REA)

> Réalisation de la chronophotographie d'une balle en chute libre

Dans un premier temps, nous allons enregistrer les coordonnées de la position de la balle à des instants successifs lors de sa chute.

A l'aide du logiciel *LatisPro* et de la fiche méthode associée, mettre en œuvre le **pointage** permettant de suivre l'évolution de la balle. (REA)

- La vidéo à exploiter, intitulée *Lancer_Parabolique*, est disponible sur le réseau commun.
- L'origine du repère et les axes seront positionnés comme sur le schéma de l'étude théorique.
- L'étalon est visible sur la première image.

> Exploitation de la chronophotographie

→ Position de la balle

1. Après avoir renommé, « Mouvement X » et « Mouvement Y » en « x » et « y », visualiser la représentation de la coordonnée y de la balle en fonction du temps et la représentation de la coordonnée x de la balle en fonction du temps dans deux fenêtres différentes (Fenêtres/Nouvelle fenêtre puis Fenêtres/Mosaïque Auto). (REA)

Appeler le professeur.

2. Afin d'obtenir des courbes « lissées » à partir des points acquis sur la vidéo, procéder à une modélisation des courbes précédentes. Après avoir renommé, « Modèle de x » et « Modèle de y » en « xmod » et « ymod », noter les équations des courbes modèles obtenues. (REA)

xmod(t) = _____ ymod(t) = _____

3. A l'aide des résultats de la modélisation, déterminer :
   - la valeur de la hauteur initiale h du ballon
   - la valeur de l'angle α
   - la valeur v_0 de la vitesse initiale du ballon
   - la valeur du champ de pesanteur g (ANA)

4. Afficher dans une nouvelle fenêtre la trajectoire ymod = f(xmod) du ballon. Dans l'hypothèse où le ballon n'est soumis qu'à son poids (chute libre), l'équation cartésienne de la trajectoire décrite par son centre de masse est de type parabolique. La trajectoire affichée est-elle en accord avec cette affirmation ? (ANA)

5. Déterminer, à l'aide du réticule, la flèche de la trajectoire. y_{max} = _____ (REA)

→ Vitesse de la balle

6. Rappeler comment calculer v_x et v_y à partir des données de xmod et ymod. Les calculer à l'aide de l'outil de « Calculs spécifiques » disponible sur le logiciel. (REA)

7. Après avoir renommé, « Dérivée de xmod » et « Dérivée de ymod » en « vx » et « vy », donner l'expression de la vitesse v en fonction de vx et vy et la calculer à l'aide de la feuille de calcul. v = _____ (REA)

8. Afficher les courbes vx = f(Temps), vy = f(Temps) et v = f(Temps) dans une même fenêtre. A l'aide du réticule, mesurer la valeur de la vitesse au sommet de la trajectoire. Commenter le résultat obtenu en analysant les courbes de vx et vy. (ANA)

→ Etude énergétique

9. Rappeler les expressions de l'énergie cinétique E_C, de l'énergie potentielle de pesanteur E_{PP} et de l'énergie mécanique E_M du ballon fonction de m, g, ymod et v. Rappeler les unités des grandeurs mises en jeu.

10. A l'aide de la feuille de calcul, calculer les valeurs des différentes énergies de la balle à tout instant. Représenter ces trois énergies en fonction du temps sur un même graphe. Peut-on considérer que l'on est dans une situation de conservation de l'énergie ? (VAL)